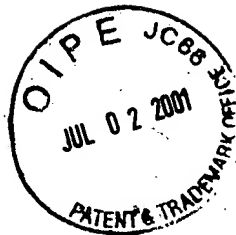


35.G2775



*5/Priority paper  
P. Walker  
9-6-01*  
PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:	)	
TAKAHASHI SHIRASUNA	)	Examiner: Unassigned
Appln. No.: 09/836,372	)	Group Art Unit: 2872
Filed: April 18, 2001	)	
For: ZOOM LENS AND OPTICAL EQUIPMENT USING SAME	)	July 2, 2001

Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority under the International Convention and all rights to which he is entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese priority application:

No. 2000-119739 filed April 20, 2000.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our below-listed address.

Respectfully submitted,

  
Attorney for Applicant

Registration No. 28,861

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

GMJ/tnt



本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 4月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-119739

出 願 人

Applicant(s):

キヤノン株式会社

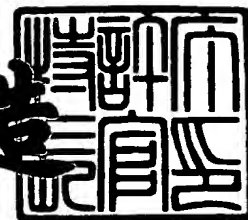
09/836/372

6Au 2872

2001年 5月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3040991

【書類名】 特許願

【整理番号】 4044064

【提出日】 平成12年 4月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 白砂 貴司

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

    【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

    【識別番号】 100086818

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009623

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9703877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、そして負の屈折力を有する第 4 レンズ群を有し、前記 4 つのレンズ群全てを光軸上に移動させて変倍を行なうズームレンズにおいて、前記レンズ群の少なくとも 1 つは、回折光学面を少なくとも 1 つ有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 前記回折光学面は光軸に対して回転対称であることを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 3】 前記回折光学面が、前記第 1 レンズ群又は／及び第 4 レンズ群に配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】 前記回折光学面が前記第 1 レンズ群及び／又は第 4 レンズ群のレンズ面に設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 のズームレンズ。

【請求項 5】 前記第  $i$  レンズ群中の回折光学面の持つ回折作用による屈折力を  $\phi D_i$ 、第  $i$  レンズ群の持つ屈折力を  $\phi L_i$  としたとき、前記回折光学面は

$$\phi D_i / \phi L_i > 0$$

の条件を満たすことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】 前記各レンズ群は 1 枚又は複数のレンズより成ることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 7】 前記回折光学面は異なる屈折率を有する材質の積層構造によって構成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】 前記少なくとも 1 つの回折光学面は倍率色収差を補正することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 9】 請求項 1 から 8 のいずれか 1 項のズームレンズを有していることを特徴とする光学機器。

【請求項10】 前記光学機器はレンズシャッターカメラ又はデジタルカメラであることを特徴とする請求項9の光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はズームレンズ及び光学機器に関し、特に回折光学素子（回折光学面）を有効的に用いることにより、光学系の諸収差、特に倍率色収差を良好に補正したレンズシャッターカメラ、ビデオカメラ、デジタルカメラ等の光学機器に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、レンズシャッターカメラ、ビデオカメラ等の光学機器の小型化に伴い、それに用いる撮影レンズとして高変倍でしかもレンズ全長の短い小型のズームレンズが要望されている。

【0003】

撮影レンズの小型化を実現する手段として、正の屈折力のレンズ群が先行する所謂ポジティブリード型のズームレンズが採用されることが多い。この形式の大きな特長はバックフォーカスを短くすることができることであり、特に一眼レフレックスカメラの様にレンズ系の後方にクイックリターンミラーの配置スペースを必要としないレンズシャッターカメラ等で有効である。

【0004】

このような撮影レンズの小型化の流れの中、さらに高変倍化の要求があり、近年の光学機器では3群あるいは4群構成のズームタイプが多く用いられている。

【0005】

4群構成のズームレンズで、光学系の小型化と光学性能の両立を図ったものとして、例えば特開平06-260088号公報では、物体側より順に正、負（又は正）、正そして負の屈折力のレンズ群の4つのレンズ群を持つズームレンズが提案されている。

【0006】

同提案では、第3群をフォーカス群とすることで、前玉径を小さくし全体の小型化を達成し且つ光学性能の優れた小型のズームレンズを紹介している。

【0007】

また、同様に特開平06-265788号公報では物体側より正、負、正そして負の屈折力のレンズ群の4つのレンズ群を持つ構成のズームレンズが提案されている。

【0008】

同提案では、ズーミング時の各レンズ群の移動量の規定や非球面の適切な配置により、簡易な構成で、高い光学性能を有したズームレンズを紹介している。

【0009】

前記特開平06-265788号公報の発明にあるように、近年では、非球面の製造技術や設計技術の進歩により、少ないレンズ枚数の構成で諸収差の補正を比較的容易に行なうことができ、これにより、小型で光学性能の優れた撮影レンズが得られるようになってきている。

【0010】

諸収差のうち色収差の補正はレンズを構成する硝材の色分散特性及び正、負レンズの組み合わせによって行なわれる。非球面による色収差の補正はあまり期待できない。

【0011】

この色収差の補正については、分散の異なる硝材を組み合わせて構成した回折光学面又は回折光学素子を、レンズ面又は光学系の一部に設けて補正する技術があり、例えば特開平4-213421号公報や特開平6-324262号公報、そして米国特許第5,268,790号等で提案されている。

【0012】

このうち米国特許第5,268,790号では正、負、正、そして正の屈折力のレンズ群の4つのレンズ群より成り、第2群と第3群を移動させて変倍を行う4群ズームレンズにおいて変倍用の第2群、又は変倍に伴う像面変動を補正する為の第3群に回折光学素子を用いたズームレンズを提案している。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

一般にズームレンズの小型化を図りつつ高変倍化を図るには、例えば各レンズ群の屈折力を強め、又変倍用の各レンズ群の移動量を増加させる方法がある。

【0014】

しかしながら単にレンズ群の屈折力を強め、又変倍用の各レンズ群の移動量を増加させると、変倍に伴う収差変動、特に色収差の変動が増大し、全変倍範囲にわたり良好なる光学性能を得るのが難しくなってくる。

【0015】

先の特開平4-213421号公報や特開平6-324262号公報では回折光学素子を応用して、色収差の補正を行なうことを開示しているが、ズームレンズ特有のズーミングによる色収差の変動の除去方法に関する具体的な記載はない。

【0016】

又、先の米国特許第5,268,790号公報では、第2群と第3群を移動させて変倍を行なうズームレンズであり、高変倍比が難しく、又主変倍群である第2群もしくは変倍に伴い変動する像面を補正する補正群である第3群に回折光学素子を用いている。

【0017】

しかしながらズーミングに伴い、色収差が第2群の変倍レンズ群の移動により増倍あるいは変動することになり色収差の補正が効率的ではなかった。

【0018】

本発明は、各レンズ群のレンズ構成及び前記レンズ群に配置する回折光学面を適切に設定することにより、高変倍比が容易でしかも変倍に伴い変動する倍率色収差を良好に補正し全変倍範囲に渡り良好なる光学性能を有した、ズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、



そして負の屈折力を有する第4レンズ群を有し、前記4つのレンズ群全てを光軸上に移動させて変倍を行なうズームレンズにおいて、前記レンズ群の少なくとも1つは、回折光学面を少なくとも1つ有することを特徴としている。

【0020】

請求項2の発明は請求項1の発明において、前記回折光学面は光軸に対して回転対称であることを特徴としている。

【0021】

請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記回折光学面が、前記第1レンズ群又は／及び第4レンズ群に配置されていることを特徴としている。

【0022】

請求項4の発明は請求項1又は2の発明において、前記回折光学面が前記第1レンズ群及び／又は第4レンズ群のレンズ面に設けられていることを特徴としている。

【0023】

請求項5の発明は請求項1から4のいずれか1項の発明において、前記第*i*レンズ群中の回折光学面の持つ回折作用による屈折力を $\phi D i$ 、第*i*レンズ群の持つ屈折力を $\phi L i$ としたとき、前記回折光学面は、

$$\phi D i / \phi L i > 0 \quad \cdots \cdots (1)$$

の条件を満たすことを特徴としている。

【0024】

請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記各レンズ群は1枚又は複数のレンズより成ることを特徴としている。

【0025】

請求項7の発明は請求項1から6のいずれか1項の発明において、前記回折光学面は異なる屈折率を有する材質の積層構造によって構成されていることを特徴としている。

【0026】

請求項8の発明は請求項1から7のいずれか1項の発明において、前記少なくとも1つの回折光学面は倍率色収差を補正することを特徴としている。

【 0 0 2 7 】

請求項 9 の発明の光学機器は請求項 1 から 8 のいずれか 1 項のズームレンズを有していることを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 0 の発明の光学機器はレンズシャッターカメラ又はデジタルカメラであることを特徴としている。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明の数値実施例 1 のレンズ断面図、図 2、図 3 は本発明の数値実施例 1 の広角端と望遠端の収差図である。図 4 は本発明の数値実施例 2 のレンズ断面図、図 5、図 6 は本発明の数値実施例 2 の広角端と望遠端の収差図である。図 7 は本発明の数値実施例 3 のレンズ断面図、図 8、図 9 は本発明の数値実施例 3 の広角端と望遠端の収差図である。

【 0 0 3 0 】

図中、L 1 は正の屈折力の第 1 群、L 2 は負の屈折力の第 2 群、L 3 は正の屈折力の第 3 群、L 4 は負の屈折力の第 4 群である。図 1 において矢印は広角側から望遠側への変倍を行なう際の各レンズ群の移動方向を示す。S P は絞り、I P は像面である。

【 0 0 3 1 】

D A は光軸に対して回転対称な回折光学面（回折光学素子）である。A L は光軸に対して回転対称な非球面である。

【 0 0 3 2 】

本実施形態では各レンズ群をいずれも物体側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行なっている。これにより所定の変倍比を効果的に達成しつつレンズ系全体の小型化を図っている。

【 0 0 3 3 】

特に第 1 レンズ群と第 4 レンズ群が変倍時に大きく光軸上を移動し、比較的大きな変倍負担を持つようにしている。

【 0 0 3 4 】

又実施形態では、4つのレンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群に少なくとも1つの回折光学素子を設け、その位相を適切に設定し、これにより回折光学素子を設けたレンズ群で発生する色収差を低減し、全変倍範囲にわたり色収差を良好に補正している。

## 【0035】

本発明のズームレンズの具体的なレンズ構成としては、第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚のレンズで構成してトータルとしてパワー（焦点距離）は正のパワーを持つように構成している。また第2レンズ群を1つの負レンズで構成している。第3群を正のパワーの2つのレンズと負レンズと正レンズの4つのレンズより、又は負レンズ、正レンズ、負レンズ、そして正レンズの4つのレンズより構成している。

## 【0036】

第4群を像面側に凸面を向けたメニスカス状の正のパワーを持つ正レンズと2つの負レンズで構成している。そして第1群から第4群のいずれか1つのレンズ群に少なくとも1枚の回折光学素子を設けて、全変倍範囲にわたり色収差を良好に補正している。

## 【0037】

本実施形態において、回折光学面（回折面）の位相形状 $\phi$ は、次式によって定義している。

## 【0038】

$$\phi(h, m) = (2\pi / m\lambda_0) (C_1 h^2 + C_2 h^4 + C_3 h^6 \dots) \dots\dots (a)$$

但し、 $h$ は光軸に対して垂直方向の高さ、 $m$ は回折光の回折次数、 $\lambda_0$ は設計波長、 $C_i$ は位相係数（ $i = 1, 2, 3 \dots$ ）である。

## 【0039】

また、各回折面での、任意の波長 $\lambda$ 、任意の回折次数 $m$ に対する回折作用による屈折力 $\phi D$ は、最も低次の位相係数 $C_1$ を用いて次のように定義される。

## 【0040】

$$\phi D(\lambda, m) = -2 C_1 m \lambda / \lambda_0$$

各実施例において、回折光の回折次数 $m$ は1であり、設計波長 $\lambda_0$ 及び回折面の屈折力を示す際の波長は $d$ 線の波長(587.6nm)としている。

## 【0041】

また、一般に、屈折光学系の材質のアッベ数(分散値) $\nu_d$ は、フラウンホーファー線の $d$ 、 $C$ 、 $F$ 線の各波長における屈折力を $N_d$ 、 $N_C$ 、 $N_F$ としたとき、次式で表される。

## 【0042】

$$\nu_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C) > 0$$

そして一方で、回折光学素子のアッベ数(分散値) $\nu_{Dd}$ は、 $d$ 、 $C$ 、 $F$ 線の各波長を $\lambda_d$ 、 $\lambda_C$ 、 $\lambda_F$ としたとき、次式で表される。

## 【0043】

$$\nu_{Dd} = \lambda_d / (\lambda_F - \lambda_C)$$

ここで $\lambda_d = 587.6 \text{ nm}$

$$\lambda_F = 486.1 \text{ nm}$$

$$\lambda_C = 656.3 \text{ nm}$$

を代入すると

$$\nu_{Dd} = -3.45$$

となり、回折光学面の持つ任意波長における分散性は、屈折光学系と逆作用を有することが分かる。

## 【0044】

このように本実施形態では通常のガラスのアッベ数 $\nu$ が約20～95であるのに対して回折光学素子のアッベ数は $\nu = -3.453$ という値をもつ。つまり通常のガラスが正のアッベ数を持つのにに対して回折光学素子は負のアッベ数を持つことになる。また部分分散比についても通常のガラスとは、かけ離れた値を持つ。

## 【0045】

本実施形態ではこのような回折光学素子の特性を利用することによって色収差の補正を効率的に行なっている。

## 【0046】

図 1 0 は本発明のズームレンズと比較する為の同じズームタイプで、回折光学面を有しない 4 群ズームレンズのレンズ断面図である。

【 0 0 4 7 】

図 1 1, 図 1 2 は図 1 0 のズームレンズの広角端と望遠端の収差図である。

【 0 0 4 8 】

図 1 1, 図 1 2 に示すように、回折光学面を用いないズームレンズでは、本発明のズームレンズに比べて変倍を行なったときの望遠端において 2 次分散による大きな倍率色収差が発生している。

【 0 0 4 9 】

以上説明したように、本実施形態によれば、全体として 4 つのレンズ群を有するズームレンズにおいて、各レンズ群のレンズ構成及び前記レンズ群に配置する回折光学面を適切に設定することにより、変倍に伴う色収差の変動を良好に補正し全変倍範囲に渡り良好なる光学性能を有した、小型のズームレンズを実現している。

【 0 0 5 0 】

尚、本発明のズームレンズにおいて、更に高い変倍比を確保しつつ収差補正を良好に行なうには次の諸条件のうちの少なくとも 1 つを満足させるのが良い。

【 0 0 5 1 】

(ア-1) 前記回折光学面が、前記第 1 レンズ群又は／及び第 4 レンズ群に配置されていることである。

【 0 0 5 2 】

第 1 レンズ群又は／及び第 4 レンズ群中に回折光学面を配置し、適切な形状を与えると、変倍により大きく変動する倍率色収差を効果的に補正することが可能になる。

【 0 0 5 3 】

また、第 1 レンズ群及び第 4 レンズ群には、画面周辺に到る瞳近軸光線が比較的光軸から高い位置で入射する。そのため、そこに回折光学面を配置し、適切な形状を与えると所謂、回折光学素子による非球面的効果を積極的に利用することができて、広い変倍範囲で各像高毎に収差を良好に補正することが可能になる。

## 【0054】

この際、回折光学面は第1レンズ群と第4レンズ群の両方に配置しても構わず、それによれば更に良好に色収差の補正が容易となる。

## 【0055】

(ア-2) 前記第*i*レンズ群中の回折光学面の持つ回折作用による屈折力を $\phi D_i$ 、第*i*レンズ群の持つ屈折力を $\phi L_i$ としたとき

$$\phi D_i / \phi L_i > 0 \quad \dots\dots (1)$$

の条件を満たすことである。

## 【0056】

条件式(1)は、より効果的に倍率色収差を補正するためのものである。

## 【0057】

条件式(1)は、回折光学面の持つ回折作用による屈折力が、其の回折光学面が配置されている第*i*レンズ群の持つ屈折力と同符号の値を持つことを示している。

## 【0058】

即ち、前記条件式(1)により、屈折光学系と逆の分散性を持つ回折光学面に屈折光学系と同符号の屈折力を与えることで、第1レンズ群又は第4レンズ群が変倍により大きく増倍したときに生ずる色収差を各々のレンズ群内で補正し、広角端から望遠端に至る変倍全域で良好に倍率色収差を補正することを可能としている。

## 【0059】

(ア-3) 前記回折光学面は異なる屈折率を有する材質の積層構造によって構成されていることである。

## 【0060】

通常、回折格子の設計次数(例えば1次)での回折効率是最適化した光線波長から離れるに従って低下し、その反面、設計次数以外で特に近傍の次数である0次、2次回折光が増大してくる傾向がある。

## 【0061】

この設計次数以外の回折光の増加は、それが像面に達するとフレアとなり、光

光学系の解像度の低下につながる。これに対し、異なる屈折率の光学材料で形成した回折面を積層構造に形成することで、より広い波長領域で設計次数の回折効率を維持することができる。

【0062】

本発明のズームレンズでは、この積層構造の回折光学面を適用することでより良好な像を得ている。

【0063】

またこの場合は、回折光学面の表面に格子形状が形成されないようにすることができ、この結果、防塵性に優れ、回折光学素子の組み立て作業性が向上し、より安価な光学系が得られる。

【0064】

尚、本発明のズームレンズに用いる回折光学素子は、そのピッチを変更することにより非球面の効果を持たせても良い。特に回折光学素子の位相の高次項を最適化することにより良好な光学性能を得ている。

【0065】

本発明に係る回折光学素子はホログラフィック光学素子の制作手法であるリソグラフィック手法で2値的に制作した光学素子であるバイナリーオプティクスで製作してもよい。またこれらの方法で作成した型によって製造してもよい。また光学面にプラスチック等の膜を上記回折光学面として転写する方法（いわゆるレプリカ非球面）で作成してもよい。

【0066】

回折光学素子の回折格子形状は、例えば図13に示すキノフォーム形状が適用可能である。図14は図13に示す回折光学素子の1次回折効率の波長依存特性を示している。実際の回折格子の構成は、基材102の表面に紫外線硬化樹脂を塗布し、樹脂部に波長530nmで1次回折効率が100%となるような格子厚dの格子103を形成している。

【0067】

図14で明らかなように設計次数での回折効率は最適化した波長530nmから離れるに従って低下し、一方設計次数近傍の次数0次、2次回折光が増大して

いる。この設計次数以外の回折光の増加は、フレアとなり、光学系の解像度の低下につながる。

#### 【 0 0 6 8 】

そこで図 1 5 に示す積層型の回折格子を本発明の実施例における回折光学素子部の格子形状として用いても良い。

#### 【 0 0 6 9 】

図 1 6 はこの構成の回折光学素子の 1 次回折効率の波長依存特性である。具体的な構成としては、基材上に紫外線硬化樹脂 ( $n_d = 1.499$ ,  $v_d = 54$ ) からなる第 1 の回折格子 1 0 4 を形成し、その上に別の紫外線硬化樹脂 ( $n_d = 1.598$ ,  $v_d = 28$ ) からなる第 2 の回折格子 1 0 5 を形成している。この材質の組み合わせでは、第 1 の回折格子部の格子厚  $d_1$  は  $d_1 = 13.8 \mu m$ 、第 2 の回折格子部の格子厚  $d_2$  は  $d_2 = 10.5 \mu m$  としている。

#### 【 0 0 7 0 】

図 1 6 から分かるように積層構造の回折格子にすることで、設計次数の回折効率は、使用波長全域で 9 5 % 以上の高い回折効率を有している。

#### 【 0 0 7 1 】

このように本発明の実施例の回折光学素子として積層構造の回折格子を用いることで、光学性能は更に改善される。

#### 【 0 0 7 2 】

尚、前述の積層構造の回折光学素子として、材質を紫外線硬化樹脂に限定するものではなく、他のプラスチック材なども使用できるし、基材によっては、第 1 の回折格子部 1 0 4 を直接基材に形成してもよい。

#### 【 0 0 7 3 】

また、各格子厚が異なる必要はなく、材料の組み合わせによっては図 1 7 に示すように 2 つの格子厚を等しくできる。この場合は、回折光学素子表面に格子形状が形成されないので、防塵性に優れ、回折光学素子の組み立て作業性が向上し、より安価な光学系を提供できる。

#### 【 0 0 7 4 】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたレンズシャッターカメラ



(光学機器)の実施形態を図18を用いて説明する。

【0075】

図18において、10はカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は被写体像を観察するためのファインダーである。

【0076】

13はストロボ装置、14は測定窓、15はカメラの動作を知らせる液晶表示窓、16はリリースボタン、17は各種のモードを切り替える操作スイッチである。

【0077】

次に本発明の数値実施例を記載する。

【0078】

数値実施例において $r_i$ は物体側より順に第 $i$ 番目の面の曲率半径、 $d_i$ は物体側より順に第 $i$ 番目の面と第 $(i+1)$ 番目の面の間隔、 $n_i$ と $v_i$ は各々物体側より順に第 $i$ 番目の光学部材のガラスの屈折率とアッベ数である。

【0079】

又、本実施例の非球面については回転対称の非球面であり、基準曲率半径を $r$ 、レンズ光軸からの径方向距離を $h$ としたとき、光軸方向の座標 $Z(h)$ は以下の式で表わされる。

【0080】

【数1】

$$Z(h) = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1+k)\frac{h^2}{r^2}}} + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10} + \dots$$

【0081】

回折光学素子面を表わす位相方程式は前記(a)式の係数を表記した。このとき回折の次数は1次であり、波長は $d$ 線である。

【0082】

## 【外 1】

## 数值实施例1

f=		36.04~59.97~101.79		Fno=		3.87~5.73~8.28		
* D	r1=	-51.370	d1=	1.60	n1=	1.805	$\nu$ 1=	25.43
	r2=	-149.550	d2=	0.15				
	r3=	26.859	d3=	2.87	n2=	1.603	$\nu$ 2=	60.70
	r4=	-123.470	d4=	1.36~7.10~13.82				
	r5=	-23.159	d5=	1.50	n3=	1.487	$\nu$ 3=	70.21
	r6=	26.804	d6=	1.60				
	r7=	(絞り)	d7=	3.20~2.99~2.04				
	r8=	412.166	d8=	1.50	n4=	1.487	$\nu$ 4=	70.21
* AL	r9=	-353.978	d9=	0.15				
	r10=	14.998	d10=	2.24	n5=	1.805	$\nu$ 5=	25.43
	r11=	-144.271	d11=	1.46				
	r12=	-205.366	d12=	1.50	n6=	1.805	$\nu$ 6=	25.43
	r13=	8.463	d13=	3.36	n7=	1.583	$\nu$ 7=	59.38
	r14=	-27.168	d14=	15.61~7.11~0.80				
	r15=	-23.290	d15=	3.58	n8=	1.847	$\nu$ 8=	23.78
	r16=	-15.101	d16=	0.15				
	r17=	-15.644	d17=	1.80	n9=	1.697	$\nu$ 9=	55.53
	r18=	-269.034	d18=	1.95				
	r19=	-44.389	d19=	1.80	n10=	1.697	$\nu$ 10=	55.53
	r20=	-264.549	d20=					

## 非球面係数

B= 5.791 d-5  
C= 1.525 d-7  
D= -4.842 d-9

## 位相係数

C1= -2.110 d-5  
C2= -6.322 d-7  
C3= 2.292 d-9  
C4= -4.317 d-12

$\phi$  Di /  $\phi$  Li = 0.00241

【 0 0 8 3 】

【外 2】

## 数值实施例2

f=	36.03~59.95~101.73		Fno=	3.87~5.73~8.28			
r1=	-70.174	d1=	1.50	n1=	1.805	ν 1=	25.43
r2=	-784.108	d2=	0.15				
r3=	24.929	d3=	2.89	n2=	1.603	ν 2=	60.70
r4=	-173.767	d4=	1.39~7.10~13.77				
r5=	-22.824	d5=	1.50	n3=	1.487	ν 3=	70.21
r6=	29.767	d6=	1.55				
r7=	(絞り)	d7=	3.20~2.84~2.07				
r8=	352.020	d8=	1.50	n4=	1.487	ν 4=	70.21
r9=	-1059.287	d9=	0.15				
r10=	15.268	d10=	2.36	n5=	1.805	ν 5=	25.43
r11=	-157.216	d11=	1.25				
r12=	-394.900	d12=	1.50	n6=	1.805	ν 6=	25.43
r13=	8.529	d13=	3.36	n7=	1.583	ν 7=	59.38
* AL r14=	-27.215	d14=	15.15~7.02~0.80				
r15=	-21.972	d15=	3.36	n8=	1.847	ν 8=	23.78
r16=	-15.101	d16=	0.15				
r17=	-16.045	d17=	1.80	n9=	1.697	ν 9=	55.53
r18=	-236.917	d18=	2.14				
* D r19=	-38.886	d19=	1.80	n10=	1.697	ν 10=	55.53
r20=	-153.184	d20=					

## 非球面係数

B= 5.791 d-5  
C= 1.525 d-7  
D= -4.842 d-9

## 位相係数

C1= 1.233 d-4  
C2= 8.538 d-7  
C3= -1.123 d-8  
C4= 3.251 d-11

$\phi$  Di /  $\phi$  Li = 0.00672

【 0 0 8 4 】

## 【外 3】

## 数値実施例3

f=	39.14~60.00~106.70		Fno=		3.89~5.69~8.28		
r1=	-224.379	d1=	1.50	n1=	1.805	ν 1=	25.43
r2=	128.901	d2=	0.15				
r3=	20.888	d3=	2.83	n2=	1.603	ν 2=	60.64
r4=	221.666	d4=	1.39~3.22~12.64				
r5=	-38.442	d5=	1.50	n3=	1.487	ν 3=	70.23
r6=	65.285	d6=	1.38				
r7=	(絞り)	d7=	3.65~4.61~1.28				
r8=	-24.879	d8=	1.50	n4=	1.487	ν 4=	70.23
r9=	-71.521	d9=	0.15				
r10=	18.484	d10=	1.90	n5=	1.805	ν 5=	25.42
r11=	123.039	d11=	1.20				
r12=	38.208	d12=	1.50	n6=	1.805	ν 6=	25.42
r13=	10.158	d13=	4.14	n7=	1.564	ν 7=	60.67
* AL r14=	-32.564	d14=	15.82~8.40~0.80				
r15=	-17.897	d15=	2.84	n8=	1.805	ν 8=	25.42
r16=	-15.296	d16=	0.15				
r17=	-17.195	d17=	1.80	n9=	1.589	ν 9=	61.14
r18=	-97.849	d18=	2.16				
* D r19=	-34.435	d19=	1.80	n10=	1.487	ν 10=	70.23
r20=	4738.693	d20=					

## 非球面係数

B =	5.347 d-5
C =	6.611 d-8
D =	-7.341 d-10

## 位相係数

C1 =	1.5935 d-4
C2 =	-1.434 d-7
C3 =	-4.869 d-9
C4 =	2.492 d-11

$$\phi Di / \phi Li = 0.00904$$

【0085】

## 【発明の効果】

本発明によれば、各レンズ群のレンズ構成及び前記レンズ群に配置する回折光学面を適切に設定することにより、高変倍比が容易でしかも変倍に伴い変動する倍率色収差を良好に補正し全変倍範囲に渡り良好なる光学性能を有した、ズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

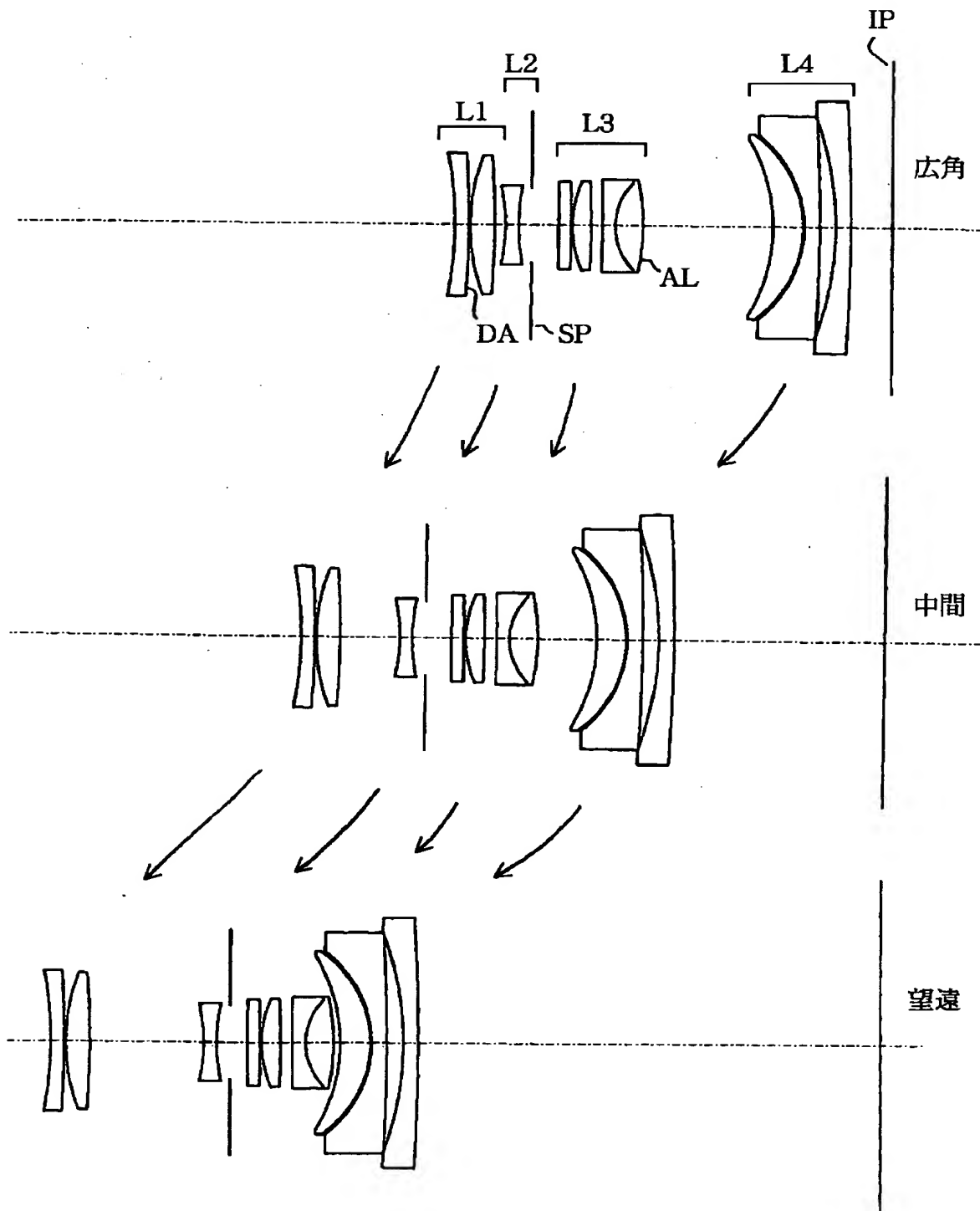
## 【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明の数値実施例 1 のレンズ断面図
- 【図 2】 本発明の数値実施例 1 の広角端の収差図
- 【図 3】 本発明の数値実施例 1 の望遠端の収差図
- 【図 4】 本発明の数値実施例 2 のレンズ断面図
- 【図 5】 本発明の数値実施例 2 の広角端の収差図
- 【図 6】 本発明の数値実施例 2 の望遠端の収差図
- 【図 7】 本発明の数値実施例 3 のレンズ断面図
- 【図 8】 本発明の数値実施例 3 の広角端の収差図
- 【図 9】 本発明の数値実施例 3 の望遠端の収差図
- 【図 1 0】 従来の 4 群ズームのレンズ断面図
- 【図 1 1】 本発明の数値実施例 4 の広角端の収差図
- 【図 1 2】 本発明の数値実施例 4 の望遠端の収差図
- 【図 1 3】 本発明に係る回折光学素子の説明図
- 【図 1 4】 本発明に係る回折光学素子の波長依存特性の説明図
- 【図 1 5】 本発明に係る回折光学素子の説明図
- 【図 1 6】 本発明に係る回折光学素子の波長依存特性の説明図
- 【図 1 7】 本発明に係る回折光学素子の説明図
- 【図 1 8】 本発明のズームレンズを用いた光学機器の要部概略図
- 【符号の説明】

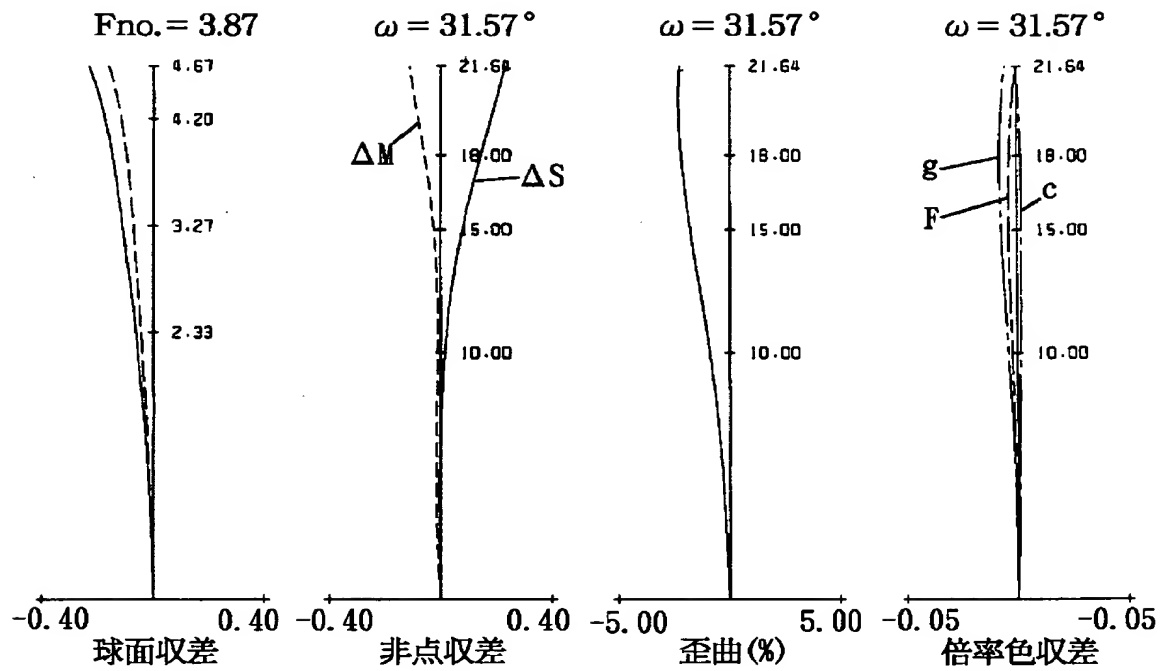
- L 1      第 1 レンズ群
- L 2      第 2 レンズ群
- L 3      第 3 レンズ群
- L 4      第 4 レンズ群
- S P      絞り
- I P      像面
- D A      回折光学面
- 1 0 2      基板
- 1 0 1      回折光学素子
- 1 0 3, 1 0 4, 1 0 5      回折格子

【書類名】 図面

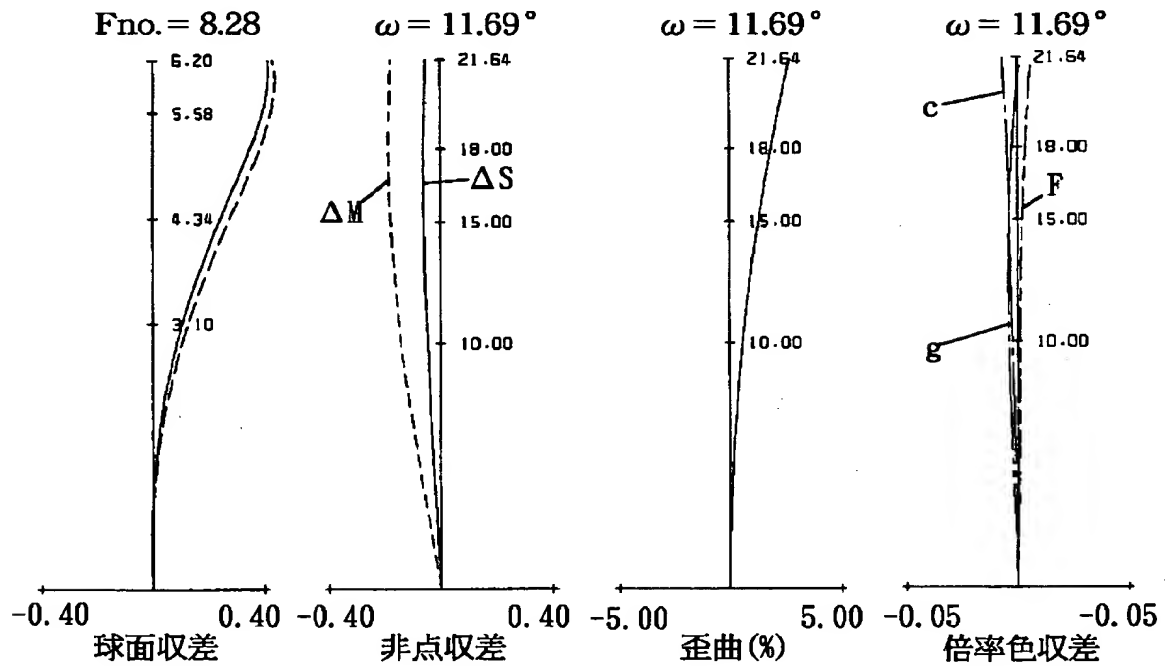
【図 1】



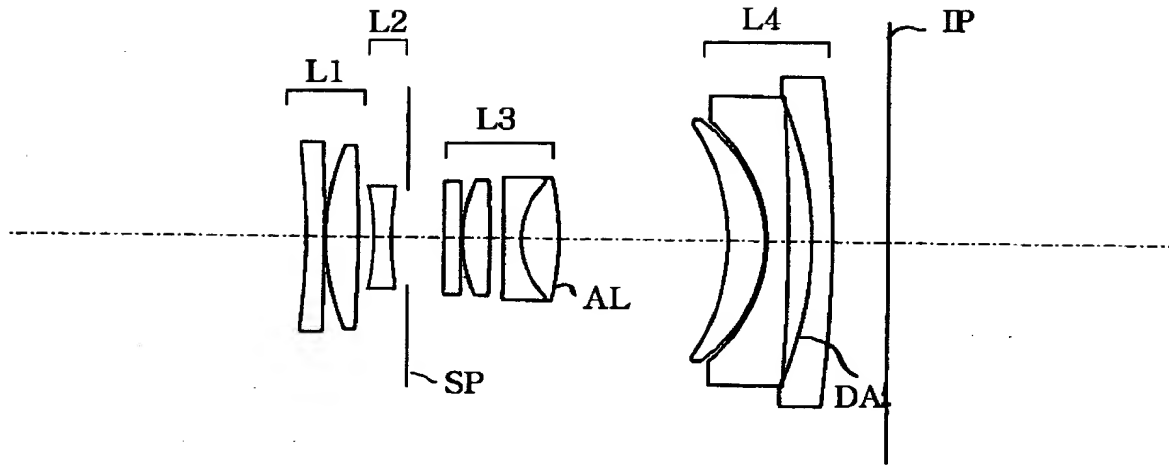
【图 2】



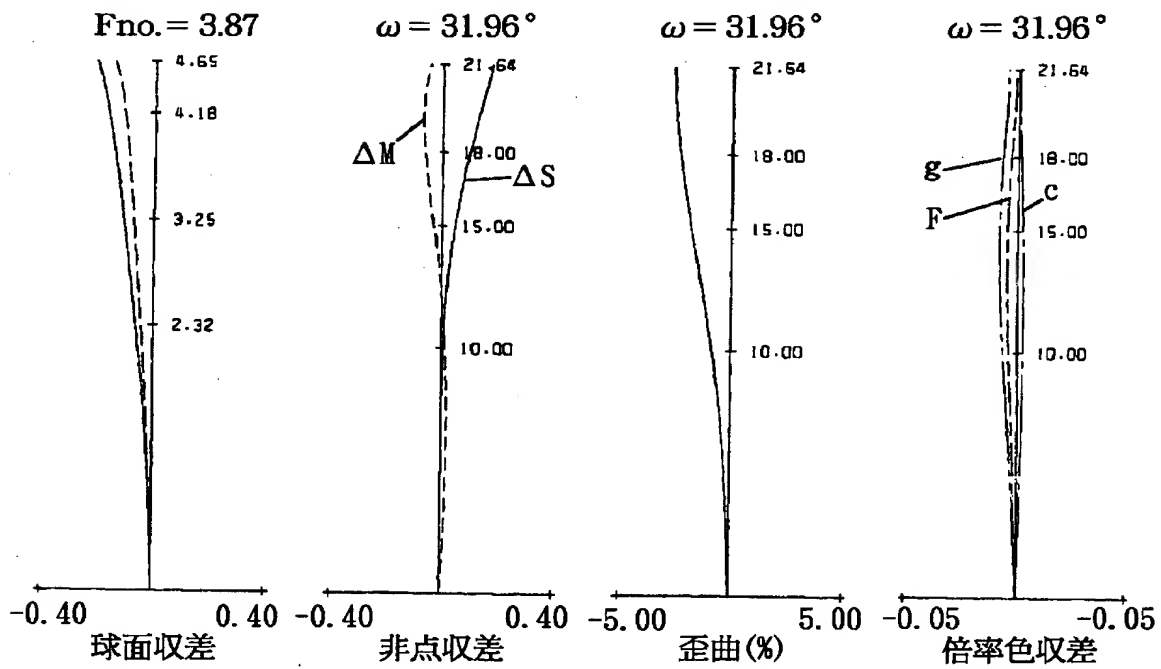
【图 3】



【図 4】

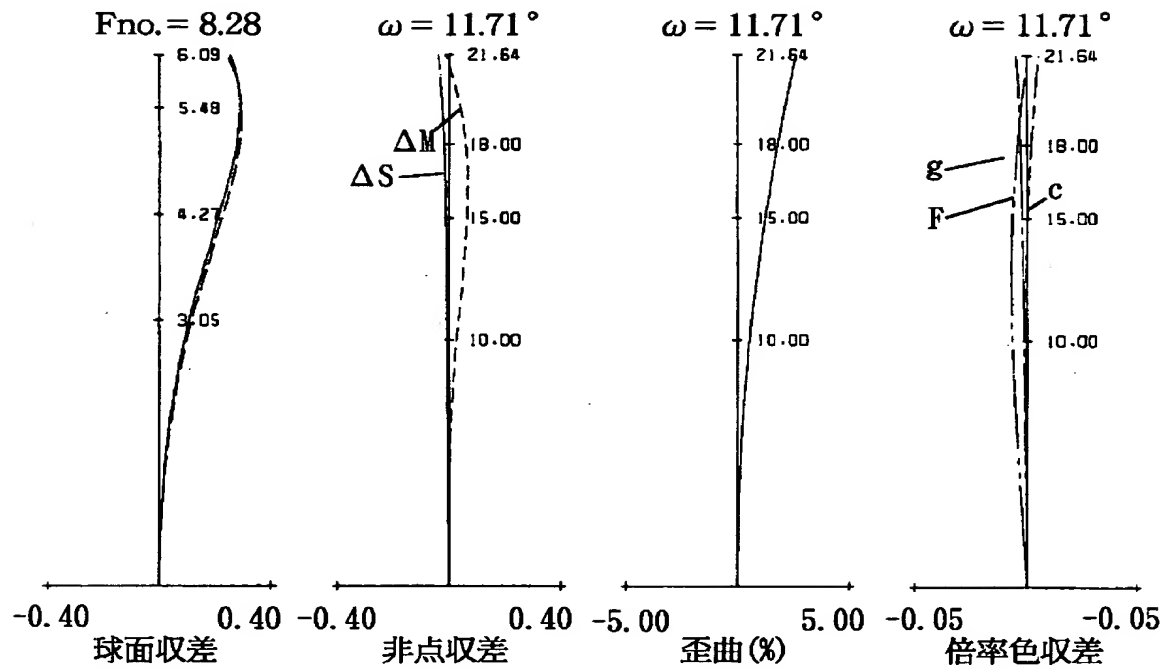


【図 5】

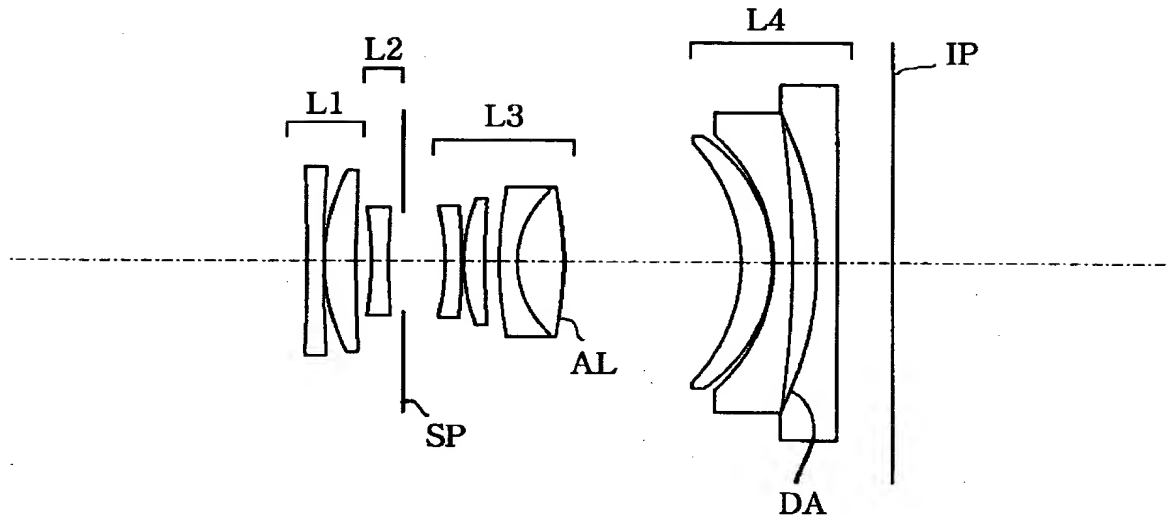




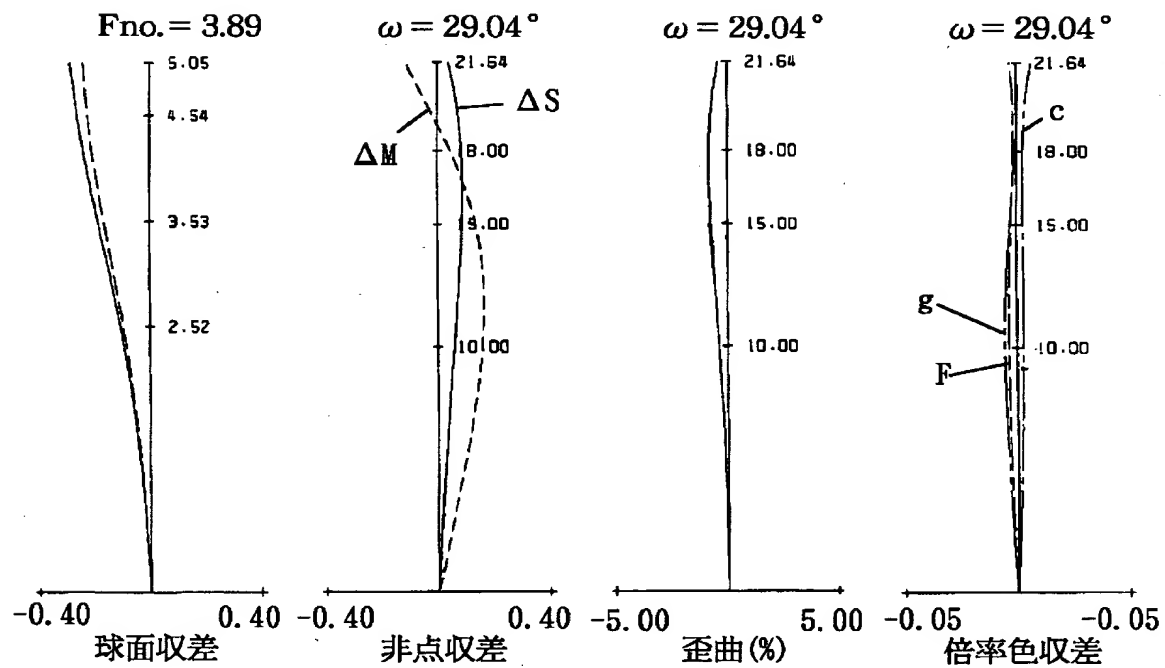
【図 6】



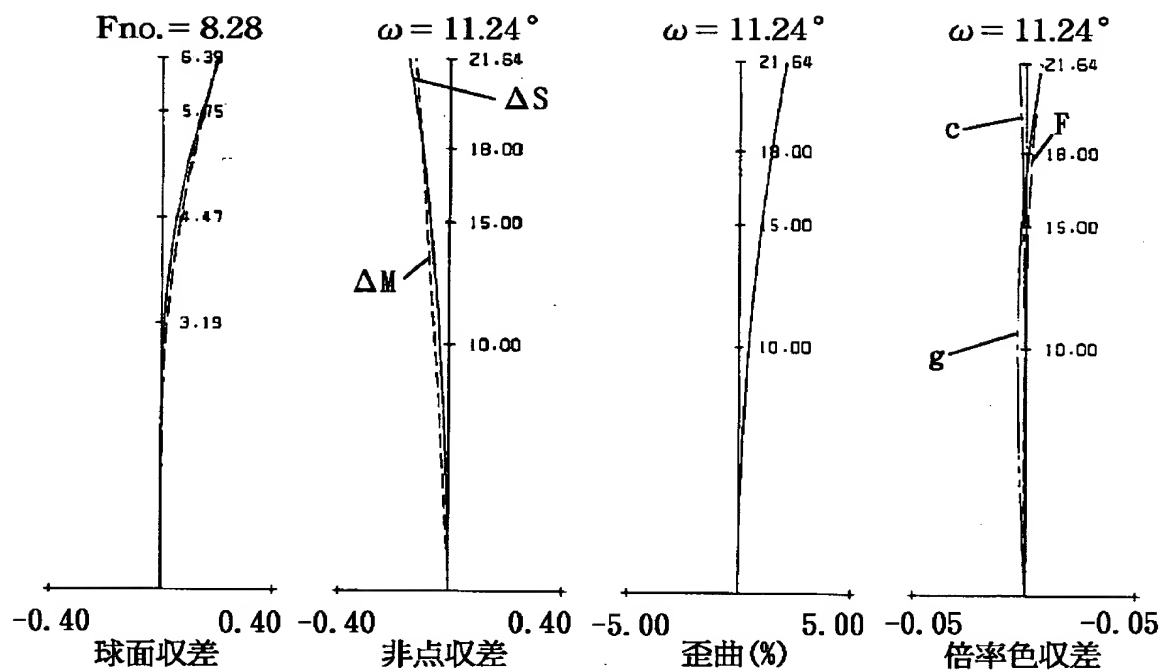
【図 7】



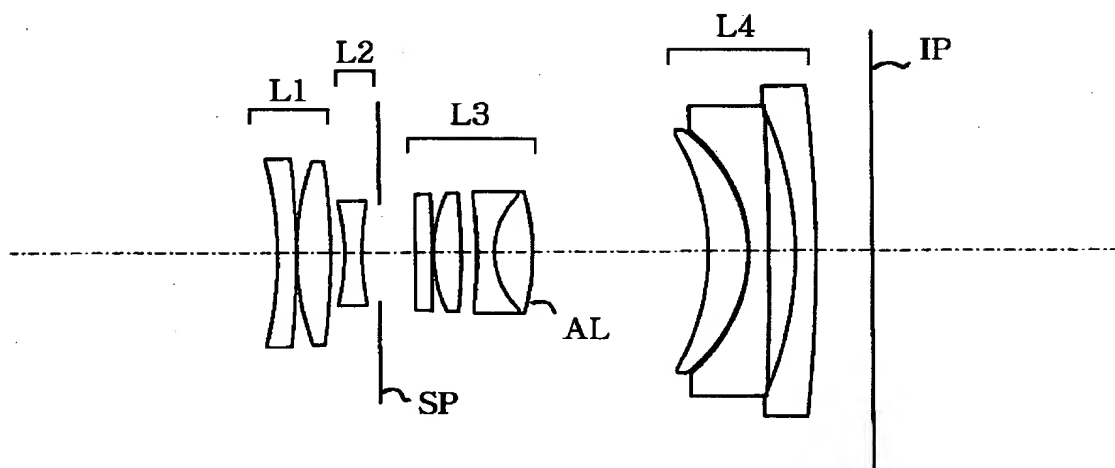
【図 8】



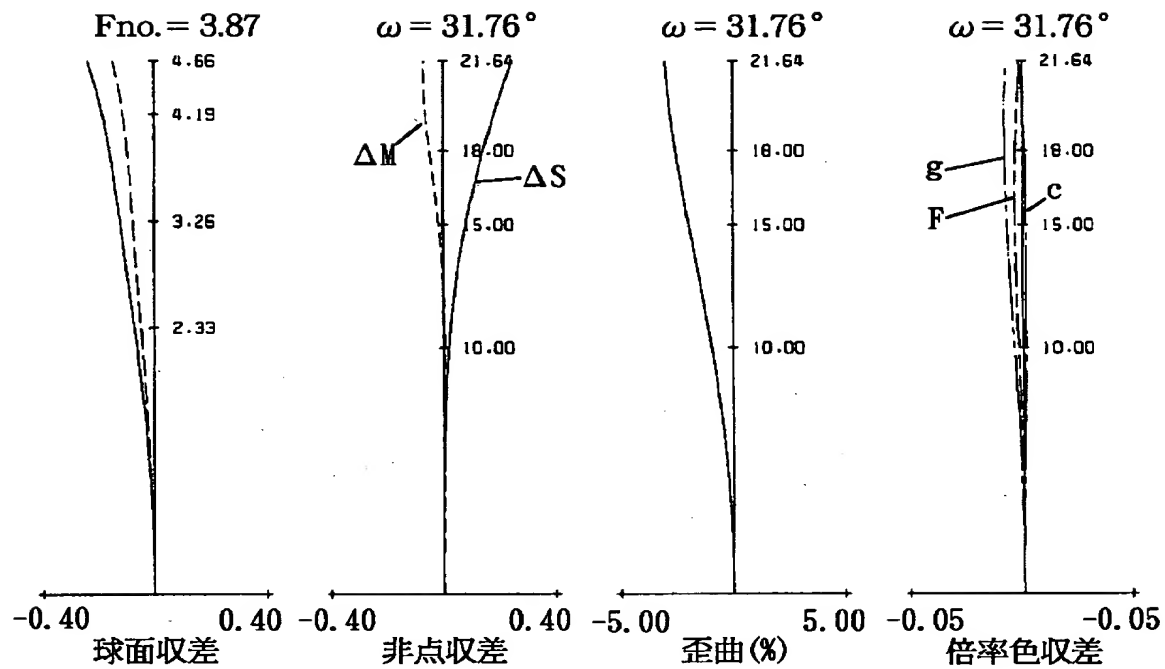
【図 9】



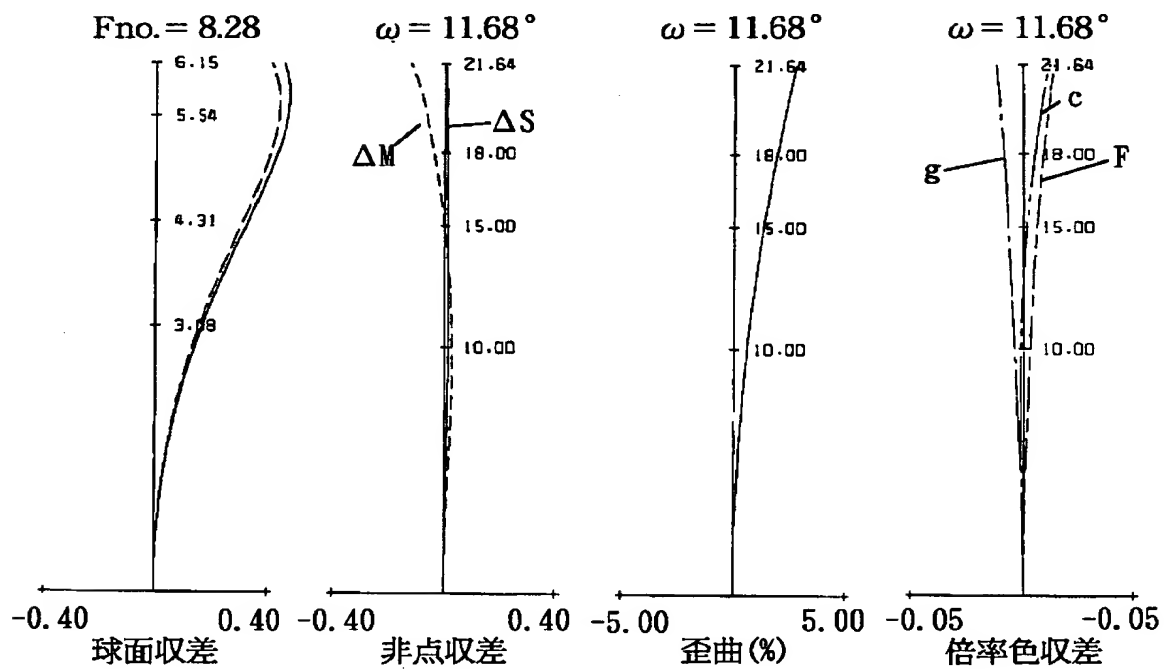
【図 10】



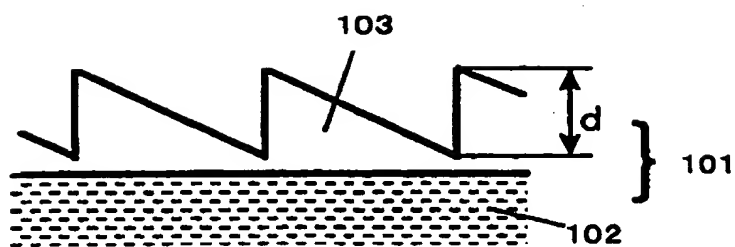
【图 1 1】



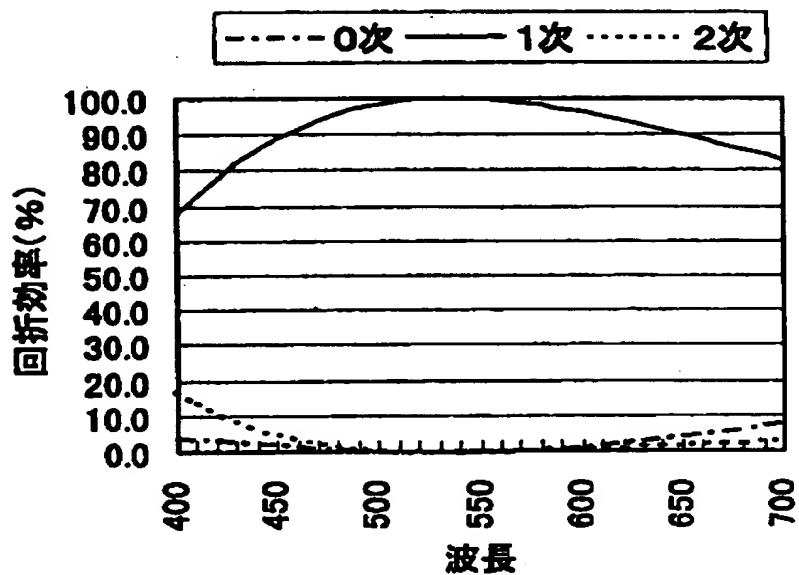
【图 1 2】



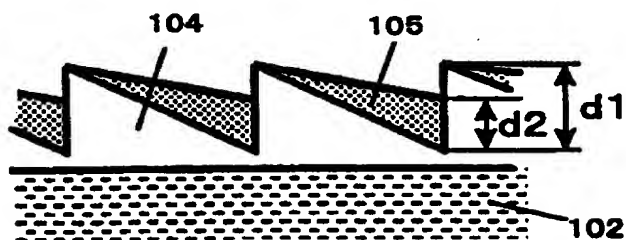
【図 13】



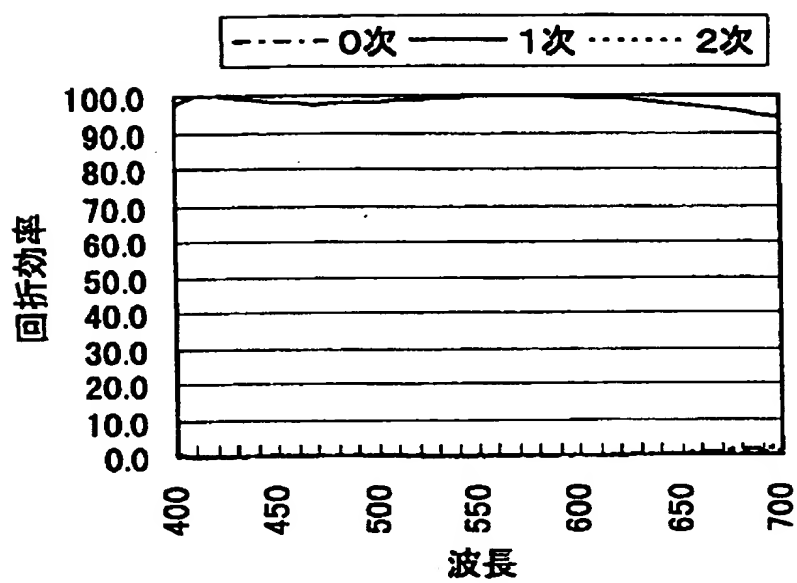
【図 14】



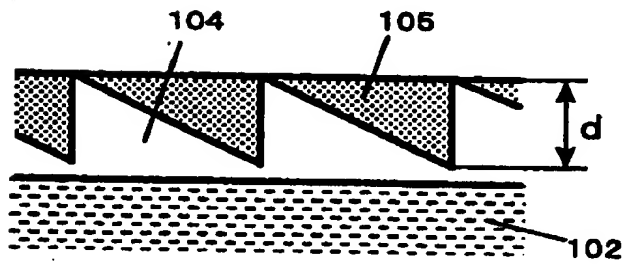
【図 15】



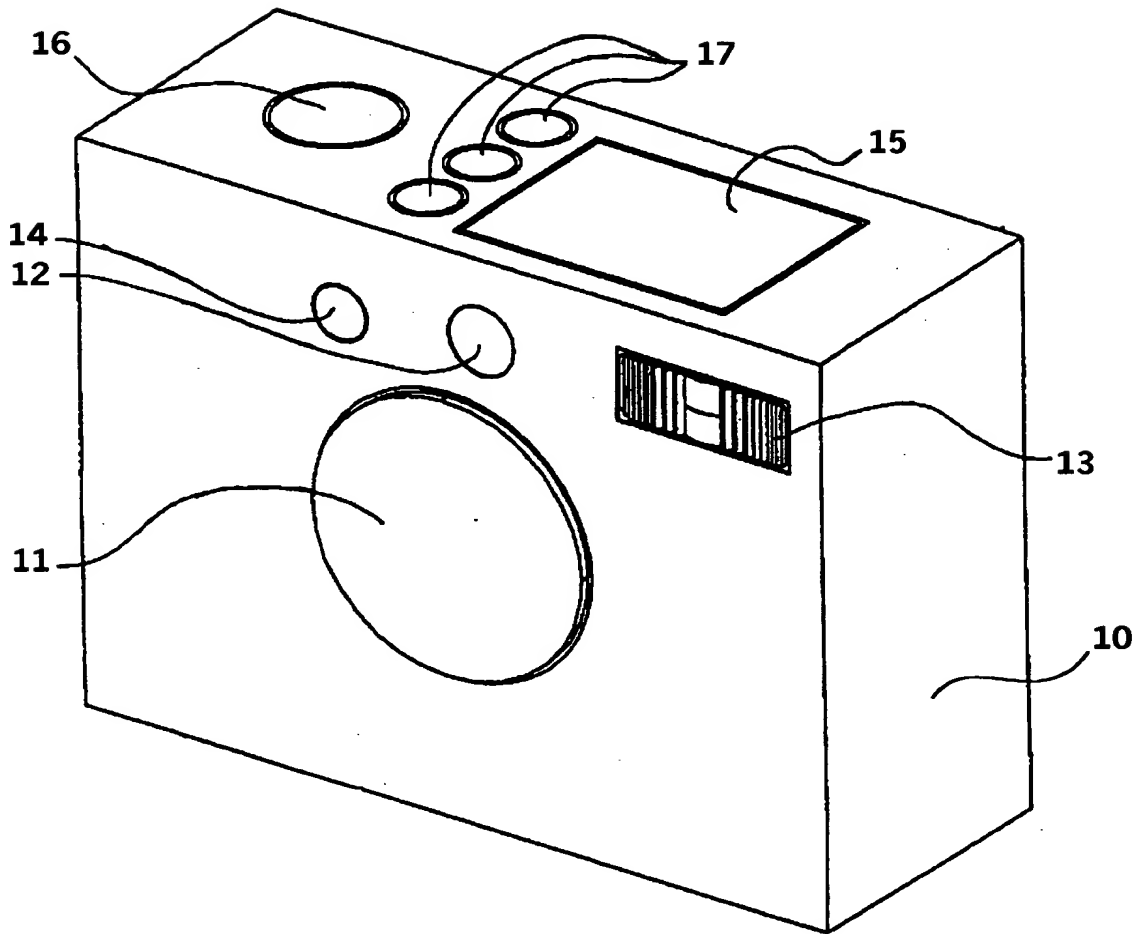
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 18】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    全体として4つのレンズ群を有し、少なくとも1つのレンズ群に1つの回折光学素子を用いて変倍に伴う色収差を良好に補正したコンパクトなズームレンズを得ること。

【解決手段】    物体側より順に正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、そして負の屈折力を有する第4レンズ群を有し、前記4つのレンズ群全てを光軸上に移動させて変倍を行なうズームレンズにおいて、前記レンズ群の少なくとも1つは、回折光学面を少なくとも1つ有すること。

【選択図】            図1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社